

Prasyarat ecolabel – Bagian 3: Cara uji biodegradasi surfaktan anionik



© BSN 2011

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Metode uji	3
Lampiran A (normatif) Gambar kolom aerasi.....	10
Lampiran B (informatif) Hasil pengukuran tingkat biodegradasi	11
Lampiran C (informatif) Diagram alir uji pendugaan	12
Lampiran D (informatif) Diagram alir uji penegasan	13
Bibliografi	14
 Tabel 1 Klasifikasi daya biodegradasi MBAS (uji pendugaan)	 6
Tabel 2 Klasifikasi daya biodegradasi surfaktan anionik (uji penegasan)	9
Tabel B.1 Tingkat biodegradasi larutan standar EPA LAS (uji pendugaan metode pengocokan).....	11
Tabel B.2 Tingkat biodegradasi larutan standar EPA LAS (uji penegasan semi kontinyu lumpur aktif).....	11

Prakata

SNI 7228.3:2011 dengan judul *Prasyarat ecolabel – Bagian 3: Cara uji biodegradasi surfaktan anionik*. Selain itu dalam upaya mendukung persyaratan ecolabel kategori produk kertas cetak tanpa salut, maka dibuatlah Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk pengujian parameter-parameter tersebut.

Metode ini digunakan untuk menentukan biodegradasi surfaktan anionik. Metode ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi metode serta dikonsensuskan oleh Sub Panitia Teknis 13-03-S1, *Kualitas Air* dari Panitia Teknis 13-03, *Kualitas Lingkungan dan Manajemen Lingkungan* dengan pihak terkait.

Standar ini telah disepakati dan disetujui dalam rapat konsensus dengan peserta rapat yang mewakili produsen, konsumen, ilmuwan, instansi teknis dan pemerintah terkait pada tanggal 28 Juni 2006 di Serpong. SNI ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 15 Maret 2007 sampai dengan 15 Juni 2007. Kemudian dilanjutkan dengan tahap pemungutan suara pada tanggal 18 Januari 2010 sampai dengan 18 April 2010, dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Prasyarat ecolabel – Bagian 3: Cara uji biodegradasi surfaktan anionik

1 Ruang lingkup

Standar ini digunakan untuk penentuan biodegradasi primer surfaktan anionik (*Methylene Blue Active Substance*/MBAS) dengan menggunakan mikroba aerobik. Pengujian dilakukan dalam dua tahap yaitu uji pendugaan (*presumptive test*) dan uji penegasan (*confirming test*) dengan *Linier Alkil Sulfonat* (LAS) sebagai bahan standar uji dan MBAS sebagai parameter penentuan daya biodegradasi surfaktan anionik. Uji pendugaan berlaku untuk konsentrasi surfaktan maksimum 10 mg/L dan uji penegasan berlaku untuk konsentrasi surfaktan maksimum 20 mg/L. Uji penegasan dilakukan bila pengurangan kandungan MBAS antara 80% - 90%.

2 Acuan normatif

SNI 06-6989.51-2005, *Air dan air limbah – Bagian 51: Cara uji kadar surfaktan anionik dengan secara biru metilen*.

ASTM D 2667-95, *Standard Test Method for Biodegradability of Alkylbenzene Sulfonate*. Annual Book ASTM Standards. Vol.11.05.2002.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st 2005, 2540 E *Fixed and Volatile Solids Ignited at 550°C*

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition 2005, 2710 D *Sludge Volume Index*

3 Istilah dan definisi

3.1

aerobik

kondisi medium cair yang mengandung oksigen

3.2

aklimasi

proses adaptasi mikroba dalam medium sintetis maupun lumpur aktif terhadap lingkungan yang mengandung senyawa kimia tertentu

3.3

biodegradasi

penguraian alkil benzena sulfonat dalam surfaktan anionik oleh mikroba aerobik, yang dinyatakan berdasarkan *Methylene Blue Active Substance* (MBAS)

3.4

blangko

perlakuan dalam pengujian yang tidak mengandung bahan uji maupun bahan standar

3.5

contoh uji

perlakuan dalam pengujian yang mengandung bahan uji

3.6

daya biodegradasi

kemampuan terurainya surfaktan oleh mikroba yang dihitung atas dasar persentasi pengurangan rata-rata MBAS selama periode biodegradasi

3.7

efluen

cairan jernih dalam kolom aerasi yang telah mengalami aerasi selama satu hari dan telah mengalami pengendapan selama minimal 30 menit

3.8

influen

limbah sintetis yang tidak atau telah ditambah surfaktan anionik atau LAS, dalam kolom aerasi sebelum mengalami aerasi

3.9

inokulasi

pemberian inokulum mikroba ke dalam larutan medium sintetis

3.10

inokulum mikroba

biakan bibit mikroba yang dipelihara dalam medium sintetis

3.11

kontrol

perlakuan dalam pengujian yang mengandung bahan standar

3.12

larutan induk

larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah

3.13

limbah sintetis

larutan baku nutrisi sebagai media yang digunakan dalam uji biodegradasi

3.14

Linier Alkilbenzene Sulfonat (LAS)

Senyawa kimia yang mengandung rantai alkil yang terikat pada struktur benzena pada posisi para pada group sulfonat yang mudah didegradasi. Panjang rantai alkil dari C10 - C13

3.15

lumpur aktif

lumpur yang mengandung berbagai jenis mikroba

3.16

mixed liquor

campuran lumpur aktif dan limbah sintetis dalam kolom aerasi

3.17

mixed liquor suspended solids

konsentrasi padatan dalam cairan campuran di dalam kolom aerasi

3.18**semi kontinu**

aliran yang dipertahankan mengandung bahan uji baru melalui sistem penggantian bahan uji lama secara periodik dan terus menerus

3.19**siphon**

sistem pengambilan supernatan dalam kolom aerasi

3.20**supernatan**

cairan jernih yang diperoleh dari hasil pengendapan cairan dalam kolom aerasi

3.21**SVI₃₀**

perbandingan volume lumpur dengan volume supernatan dengan cara mengendapkannya selama 30 menit

4 Metode uji**4.1 Uji pendugaan****4.1.1 Prinsip uji**

Inokulum mikroba diinokulasikan ke dalam medium basal yang telah ditambah 10 mg MBAS/L, diaerasi dengan cara pengocokan menggunakan alat *shaker* pada kecepatan 225 rpm - 250 rpm dan suhu $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$. Pengujian dilakukan selama 14 hari yang terdiri dari periode aklimasi (2 x 3 hari) dan periode biodegradasi (7-8 hari). Daya biodegradasi alkil benzena sulfonat dalam surfaktan anionik dihitung atas dasar persentase pengurangan rata-rata MBAS selama periode biodegradasi (7-8 hari).

4.1.2 Bahan

- a) air suling;
- b) larutan standar *Linier Alkil Sulfonat* (LAS);
- c) formaldehid (CH_3CHO) 37% p.a;
- d) asam klorida (HCl) 1 N;
- e) natrium klorida (NaOH) 1 N;
- f) *yeast extract*;
- g) larutan induk medium basal;
 - 1) Buat larutan A dengan cara sebagai berikut:
 - (a) Masukkan ke dalam gelas piala, 3,0 g NH_4Cl ; 1,0 g K_2HPO_4 ; 0,25 g KCl ; 0,002 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, dilarutkan dengan 800 mL air suling, lalu dihomogenkan dengan pengaduk magnetik sampai semua terlarut;
 - (b) pH larutan diatur sampai $7,2 \pm 0,2$ dengan larutan HCl 1 N atau NaOH 1 N.
 - 2) Buat larutan B dengan cara sebagai berikut:
 Masukkan ke dalam gelas piala 0,25 g MgSO_4 , dilarutkan dengan 100 mL air suling, lalu dihomogenkan dengan pengaduk magnetik sampai semua terlarut.
 - 3) Buat larutan C dengan cara sebagai berikut:
 - (a) Tuangkan larutan B ke dalam larutan A, kemudian aduk sampai homogen.
 - (b) Tutup larutan C untuk menghindari kontaminasi, dan simpan di lemari pendingin pada suhu $4 ^\circ\text{C}$.

4.1.3 Peralatan

- a) alat pengocok (*shaker*) kecepatan 225 rpm - 250 rpm;
- b) labu *erlenmeyer* 300 mL dan 2000 mL;
- c) gelas piala 1000 mL;
- d) alat pengaduk magnetik (*stirer*);
- e) timbangan analitik dengan ketelitian sampai dengan 0,0001 g; dan
- f) pipet volum 1,0 mL dan 10,0 mL.

4.1.4 Prosedur

4.1.4.1 Persiapan medium basal

- a) 0,30 g *yeast extract* dilarutkan dalam larutan C saat akan digunakan.
- b) Tambahkan air suling secara kuantitatif sampai dengan 1000 mL, lalu dihomogenkan dengan pengaduk magnetik sampai semua terlarut.
- c) Atur pH pada kisaran 6 – 8.

4.1.4.2 Persiapan bibit mikroba

Mikroba diperoleh dari sumber alam (tanah, sungai, limbah, lumpur aktif, efluen sekunder dan lain-lain) atau berasal dari percobaan laboratorium (lumpur aktif). Mikroba yang berasal dari percobaan laboratorium, diambil dari tangki aerasi sistem pengolahan air limbah domestik dan lakukan persiapan bibit mikroba sebagai berikut:

- a) Partikel-partikel kasar dalam lumpur aktif dipisahkan dengan cara pengendapan.
- b) Supernatan dibuang, sedangkan endapan lumpur aktifnya ditambah medium basal sampai konsentrasi padatan tersuspensi berkisar antara 3 g/L - 5 g/L, kemudian diaerasi sampai akan digunakan.
- c) Bila akan digunakan, lumpur aktif dihomogenkan dengan cara diblender pada kecepatan sedang selama 2 menit, kemudian diendapkan selama 30 menit.
- d) Supernatan dipisahkan dan digunakan sebagai bibit mikroba.

4.1.4.3 Persiapan larutan induk surfaktan anionik

Buat larutan surfaktan pada konsentrasi 1 g/L (dasar MBAS).

4.1.4.4 Persiapan larutan induk bahan standar LAS

Buat larutan induk LAS pada konsentrasi 1 g/L (dasar MBAS).

4.1.4.5 Persiapan dan pemeliharaan inokulum mikroba

- a) Siapkan 100 mL medium basal dalam labu *Erlenmeyer* A volume 300 mL.
- b) Tambahkan 1 mL larutan induk LAS dan 1 mL bibit mikroba (pada langkah 4.1.4.2).
- c) Tempatkan labu A pada alat pengocok (*shaker*), kemudian kocok pada putaran 225 rpm - 250 rpm.
- d) Setelah 7 hari, matikan alat pengocok, kemudian siapkan kembali 100 mL medium basal (pada langkah 4.1.4.1) dalam labu *erlenmeyer* B volume 300 mL.
- e) Tambahkan 1 mL larutan induk LAS dan 1 mL inokulum mikroba dari labu A ke dalam labu B, kemudian kocok kembali pada putaran yang sama selama 7 hari.
- f) Selanjutnya, lakukan kembali pengerjaan pada langkah 4.1.4.5 d) sampai e) pada labu *erlenmeyer* C dengan penambahan inokulum dari labu B.

- g) Pengerjaan penggantian medium, dilakukan terus sampai diperoleh zat padat tersuspensi 2 g/L - 3 g/L.

4.1.4.6 Pengerjaan pengujian

- Siapkan 6 buah labu *erlenmeyer* volume 300 mL.
- Beri kode yang berbeda pada masing-masing labu yaitu kontrol, blangko dan surfaktan.
- Lakukan pemberian kode yang sama dengan di atas, terhadap 3 labu lainnya sebagai replikasi.
- Masukkan 98 mL larutan medium basal (pada langkah 4.1.4.1) pada masing-masing labu *erlenmeyer*.
- Tambahkan 1 mL larutan induk surfaktan anionik pada labu surfaktan, dan 1 mL larutan induk LAS pada labu kontrol, sedangkan pada labu blanko tidak ditambah surfaktan anionik maupun LAS.
- Pipet inokulum mikroba (pada langkah 4.1.4.5), kemudian teteskan ke dalam semua labu masing-masing 1 mL.

4.1.4.7 Inkubasi

- Tempatkan semua labu (pada langkah 4.1.4.6) pada alat pengocok pada 225 rpm - 250 rpm.
- Ruang inkubasi diatur pada temperatur $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ dan dikondisikan dalam keadaan gelap atau intensitas cahaya rendah.
- Periode waktu inkubasi 14 hari yang terbagi dalam periode aklimasi (2 x 3 hari) dan periode biodegradasi (8 hari).

4.1.4.8 Penggantian medium basal pada periode aklimasi

- Setelah 3 hari inkubasi, hentikan alat pengocok pada langkah 4.1.4.7 Ini disebut periode aklimasi pertama.
- Siapkan kembali 6 buah labu *erlenmeyer* volume 300 mL, kemudian lakukan pengerjaan seperti pada langkah 4.1.4.6.b) sampai e).
- Pipet 1 mL inokulum mikroba dari masing-masing labu yang telah teraklimasi (butir a), kemudian teteskan ke dalam labu-labu yang telah disiapkan (butir b).
- Inokulasi dilakukan dari larutan ke larutan yang memiliki kode labu yang sama.
- Lakukan kembali inkubasi pada alat dan ruang yang sama seperti pada butir 4.1.4.7 a) dan b).
- Hentikan kembali alat pengocok setelah 3 hari inkubasi. Ini disebut periode aklimasi kedua.
- Lakukan kembali pekerjaan (butir b) sampai (butir e), namun inokulum yang digunakan berasal dari labu yang telah teraklimasi pada periode kedua (butir f).
- Inkubasi dilakukan selama 8 hari. Ini disebut inkubasi periode biodegradasi.

4.1.4.9 Pengambilan contoh uji untuk analisis MBAS

Pengambilan contoh uji untuk analisis MBAS dilakukan pada awal (hari ke-0) dan akhir (hari ke-7 dan ke-8) periode biodegradasi. Cara pengambilan contoh uji adalah sebagai berikut:

- Pengambilan contoh uji dilakukan pada saat alat pengocok dimatikan.
- Pipet 10,0 mL larutan dari masing-masing labu, kemudian masukkan ke dalam masing-masing botol contoh uji yang berbeda.
- Analisis MBAS dilakukan segera setelah pengambilan contoh uji. Bila contoh uji tidak segera dianalisis, tambahkan 0,01 mL formaldehida 37 % dan simpan pada suhu $4 ^\circ\text{C}$.

- d) Analisis MBAS dilakukan menurut SNI 06-6989.51-2005, *Cara uji kadar surfaktan anionik dalam air dan air limbah dengan spektrofotometer secara biru metilena.*

4.1.5 Pernyataan hasil

$$BD_p (\%) = \frac{(S_0 - B_0) - (S_t - B_t)}{(S_0 - B_0)} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

- BD_p adalah daya biodegradasi surfaktan anionik pada uji pendugaan (%);
 S_0 adalah konsentrasi MBAS dalam contoh uji awal inkubasi hari ke-0 (mg/L);
 S_t adalah nilai rata-rata konsentrasi MBAS dalam contoh uji akhir inkubasi hari ke-7 dan hari ke-8 (mg/L);
 B_0 adalah konsentrasi MBAS dalam blanko awal inkubasi hari ke-0 (mg/L);
 B_t adalah nilai rata-rata konsentrasi MBAS dalam blanko akhir inkubasi hari ke-7 dan hari ke-8 (mg/L).

4.1.6 Laporan hasil uji

Laporkan hasil perhitungan BD_p , interpretasikan daya biodegradasi contoh uji berdasarkan klasifikasi di bawah ini.

Tabel 1 Klasifikasi daya biodegradasi MBAS (uji pendugaan)

Tahapan	Daya biodegradasi	Intepretasi daya biodegradasi
BD_p	$BD_p > 90\%$	- Dapat dibiodegradasi - Tidak memerlukan uji penegasan
	$BD_p = 80\% - 90\%$	- Perlu dilakukan uji penegasan
	$BD_p < 80\%$	- Tidak dapat dibiodegradasi - Tidak memerlukan uji penegasan
Sumber: ASTM D 2667-95, <i>Standard Test Method for Biodegradability of Alkylbenzene Sulfonate</i>		

4.1.7 Jaminan mutu

Uji ini dinyatakan valid bila persentase daya biodegradasi LAS lebih besar atau sama dengan 90%

4.2 Uji penegasan

4.2.1 Prinsip uji

Biodegradasi surfaktan anionik oleh lumpur aktif melalui sistem pengolahan limbah sintetis yang dilakukan secara semi kontinu. Penggantian limbah sintetis yang telah ditambah surfaktan dilakukan setiap interval waktu rata-rata 23 jam sekali selama 15 hari, yang terbagi atas periode aklimasi (8 hari) dan periode biodegradasi (7 hari). Penambahan konsentrasi surfaktan anionik meningkat secara bertahap dari 4 mg/L sampai 20 mg/L. Daya biodegradasi alkil benzena sulfonat dalam surfaktan anionik dihitung atas dasar persentase pengurangan rata-rata MBAS selama periode biodegradasi.

4.2.2 Bahan

- a) air suling;
- b) larutan standar Linier Alkil Sulfonat (LAS);
- c) formaldehid 37% p.a;
- d) asam klorida (HCl) 1 N;
- e) natrium hidroksida (NaOH) 1 N;
- f) minyak silikon;
- g) lumpur aktif;

Lumpur aktif diperoleh dari instalasi pengolahan air limbah domestik. Konsentrasi *Mixed Liquor Suspended Solids* (MLSS) lumpur aktif dipertahankan pada kisaran 2000 mg/L - 3000 mg/L. Bila konsentrasi MLSS di bawah 2000 mg/L, lakukan pengentalan lumpur aktif dengan cara pengendapan.

- h) larutan baku limbah sintetis

- 1) Ke dalam gelas piala volume 1000 mL, masukkan 13,0 g glukosa; 13,0 g *nutrient broth*; 13,0 g *beef extract*; 13,0 g K_2HPO_4 ; 2,5 g $(NH_4)_2SO_4$;
- 2) Tambahkan air suling hingga volumenya mencapai 1000 mL, kemudian diaduk sampai homogen dan dipanaskan di bawah suhu didih sampai larut;
- 3) pH larutan diatur sampai $7,2 \pm 0,2$ dengan larutan HCL 1 N atau NaOH 1 N.
- 4) Lakukan penyimpanan di lemari es suhu $4^{\circ}C$ untuk menghindari kontaminasi mikroba

CATATAN Larutan tidak digunakan lagi bila terlihat keruh.

4.2.3 Peralatan

- a) kolom aerasi kapasitas 3000 mL 3 unit (gambar terlampir);
- b) kompresor dengan kapasitas 500 mL/menit, yang dilengkapi dengan penyaring (*glass wool*);
- c) gelas piala 1000 mL; dan
- d) sikat pembersih.

4.2.4 Prosedur

4.2.4.1 Persiapan lumpur aktif

- a) Siapkan 3 unit kolom aerasi dan masing-masing beri kode A untuk kolom surfaktan, kode B untuk kolom kontrol dan kode C untuk kolom blangko.
- b) Ke dalam masing-masing kolom, dimasukkan 1500 mL lumpur aktif konsentrasi 2000 mg MLSS /L - 3000 mg MLSS /L.
- c) Pertahankan lumpur aktif pada kondisi aerobik dengan dialiri udara 500 mL/menit melalui aerator selama 24 jam, suhu diatur pada $(25 \pm 3)^{\circ}C$.
- d) Lakukan pencegahan terhadap terjadinya akumulasi padatan di atas cairan, dengan cara membersihkan dinding kolom secara berkala setiap 8 jam menggunakan sikat pembersih.

4.2.4.2 Periode aklimasi lumpur aktif

Aklisasi lumpur aktif terhadap surfaktan dilakukan pada konsentrasi MBAS meningkat secara bertahap dari 4 mg MBAS /L sampai 20 mg MBAS /L dalam larutan limbah sintetis yang diganti setiap 23 jam sekali selama 8 hari. Aklisasi lumpur aktif terhadap konsentrasi 4 mg MBAS/L; 8 mg MBAS/L; 12 mg MBAS/L, 16 mg MBAS/L masing-masing dilakukan dalam 1 hari, sedangkan terhadap konsentrasi 20 mg MBAS/L dilakukan selama 4 hari. Cara penggantian limbah sintetis adalah:

- Hentikan aerator pada kolom A (4.2.4.1 butir c.), dan biarkan lumpur aktif mengendap selama 30 menit.
- Lakukan dekantasi 1000 mL cairan jernih (supernatan) dengan alat *siphon* dan sisakan lumpur aktif yang mengendap sebanyak 500 mL pada kolom A.
- Masukkan ke dalam labu ukur 1000 mL sebanyak 10 mL limbah sintetis dan tambahkan 4 mg MBAS, kemudian diencerkan dengan air suling sampai tepat tanda tera.
- Tuangkan ke dalam kolom A yang supernatannya telah didekantasi.
- Lakukan kembali pekerjaan butir a) sampai c) setiap hari dengan penambahan surfaktan meningkat setiap hari menjadi 8 mg; 12 mg; 16 mg; dan 20 mg.
- Lakukan pekerjaan butir a) sampai e) terhadap kolom B (kontrol), untuk penambahan surfaktan diganti dengan LAS.
- Lakukan pula pekerjaan butir a) sampai e) terhadap kolom C (blangko), hanya menggunakan limbah sintetis tanpa ditambah surfaktan maupun LAS.

CATATAN 1 Bila terbentuk busa secara berlebihan, tambahkan 5 – 10 ml larutan silikon 1%.

CATATAN 2 Bila diperlukan analisis MLSS, lakukan pengambilan contoh *mixed liquor* dalam masing-masing kolom untuk analisis MLSS. Pengambilan contoh dilakukan setelah 2 jam - 3 jam penggantian limbah sintetis. Analisis MLSS dilakukan menurut *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition: Fixed and Volatile Solids Ignited at 550°C (2540 E)*.

4.2.4.3 Periode biodegradasi surfaktan anionik

- Lanjutkan pekerjaan pada 4.2.4.2 butir a) sampai g) sampai hari ke 15, dengan penambahan surfaktan anionik dan LAS konstan 20 mg (dasar MBAS).
- Lakukan pengambilan contoh uji larutan pada masing-masing kolom A, B dan C. Terdapat tiga jenis contoh uji yang diambil yaitu influen, efluen (larutan supernatan) dan larutan *mixed liquor*. Frekuensi pengambilan contoh influen dan efluen setiap hari, sedangkan larutan *mixed liquor* 3-4 hari sekali. Parameter yang dianalisis adalah MBAS untuk influen dan efluen dan parameter MLSS, SVI₃₀ untuk larutan *mixed liquor*. Analisis SVI₃₀ dilakukan menurut *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition: Sludge Volume Index (2710 D)*.

4.2.5 Pernyataan hasil

Daya biodegradasi surfaktan anionik dihitung atas dasar data konsentrasi MBAS pada 7 hari terakhir yaitu hari ke-9 sampai ke-15. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$BDC(\%) = \frac{(S_{in} - B_{in}) - (S_{ef} - B_{ef})}{(S_{in} - B_{in})} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

- BD_c adalah daya biodegradasi surfaktan anionik pada uji penegasan (%);
 S_{in} adalah rata-rata konsentrasi MBAS dalam kolom contoh uji dari 5 influen hari ke-9 sampai ke-15 (mg/L);
 S_{ef} adalah rata-rata konsentrasi MBAS dalam kolom contoh uji dari 5 efluen (mg/L);
 B_{in} adalah rata-rata konsentrasi MBAS dalam kolom blanko dari 5 influen hari ke-9 sampai ke-15 (mg/L);
 B_{ef} adalah nilai rata-rata konsentrasi MBAS dalam kolom blanko dari 5 efluen (mg/L).

4.2.6 Laporan hasil uji

Laporkan hasil perhitungan BD_c , interpretasikan daya biodegradasi contoh uji berdasarkan klasifikasi di bawah ini.

Tabel 2 Klasifikasi daya biodegradasi surfaktan anionik (uji penegasan)

Tahapan	Daya biodegradasi	Intepretasi Daya biodegradasi
BD_c	$BD_c > 90\%$	dapat dibiodegradasi
	$BD_c < 90\%$	tidak dapat dibiodegradasi
Sumber: ASTM D 2667-95, <i>Standard Test Method for Biodegradability of Alkylbenzene Sulfonate</i>		

4.2.7 Jaminan mutu

- Persentase daya biodegradasi LAS lebih besar atau sama dengan 90 %.
- Daya biodegradasi surfaktan anionik pada 7 hari.
- Perbedaan persentase daya degradasi MBAS pada setiap 2 hari yang berturut-turut tidak lebih dari 5 %.
- Perbedaan persentase daya degradasi MBAS rata-rata pada 3 hari pertama dengan rata-rata 3 hari terakhir tidak lebih dari 3 %.
- Bila kondisi tersebut tidak tercapai, ulangi kembali uji biodegradasi.

Lampiran A
(normatif)
Gambar kolom aerasi

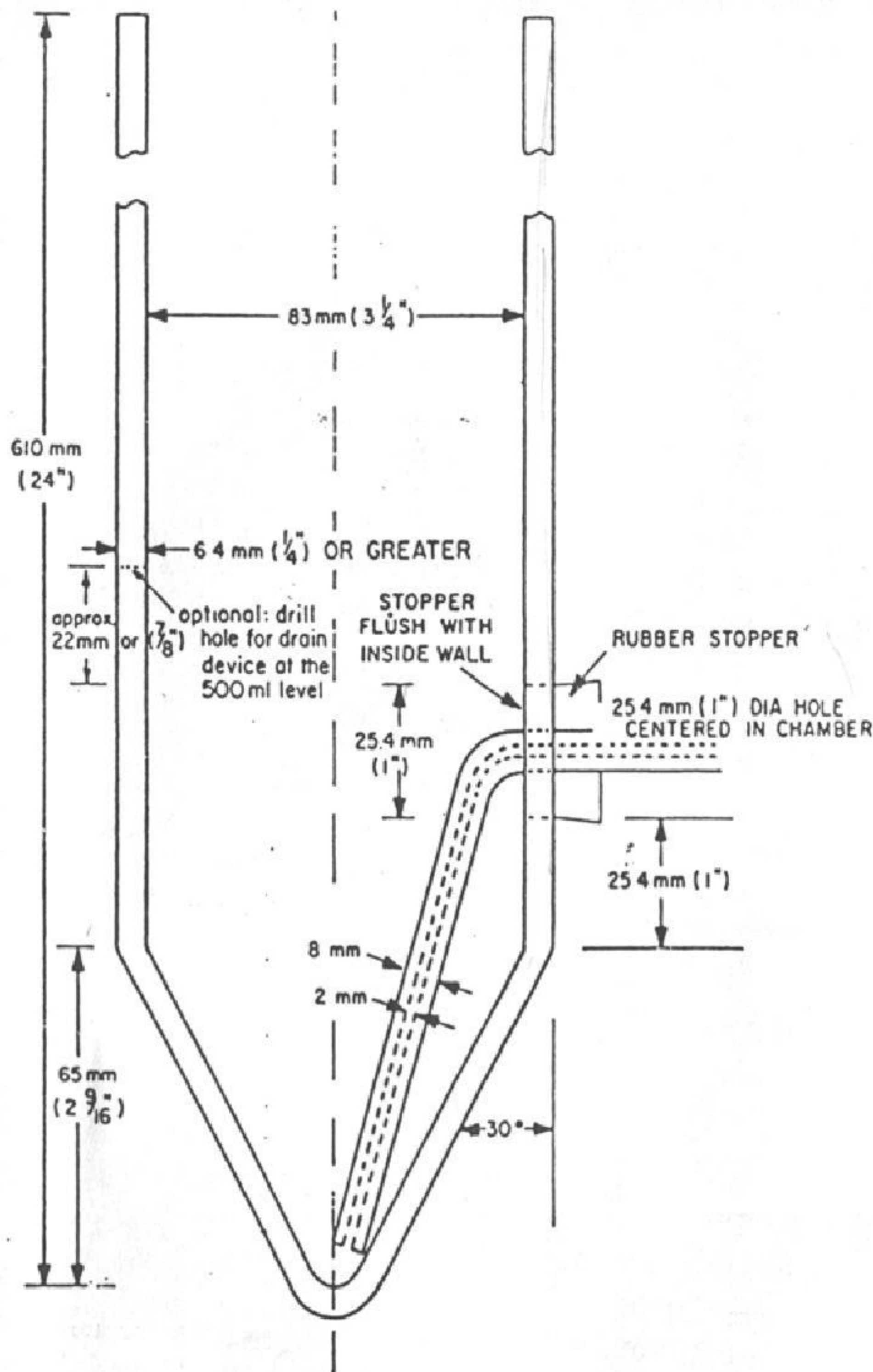
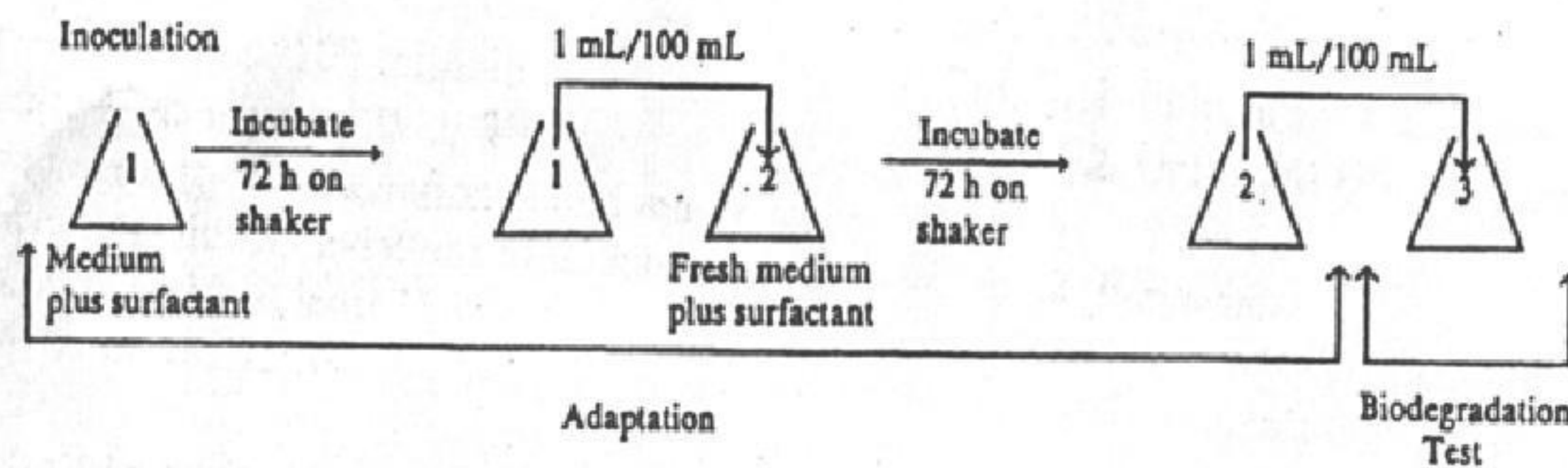


FIG. 1 Semicontinuous Activated Sludge Aeration Chamber



Lampiran B
(informatif)
Hasil pengukuran tingkat biodegradasi

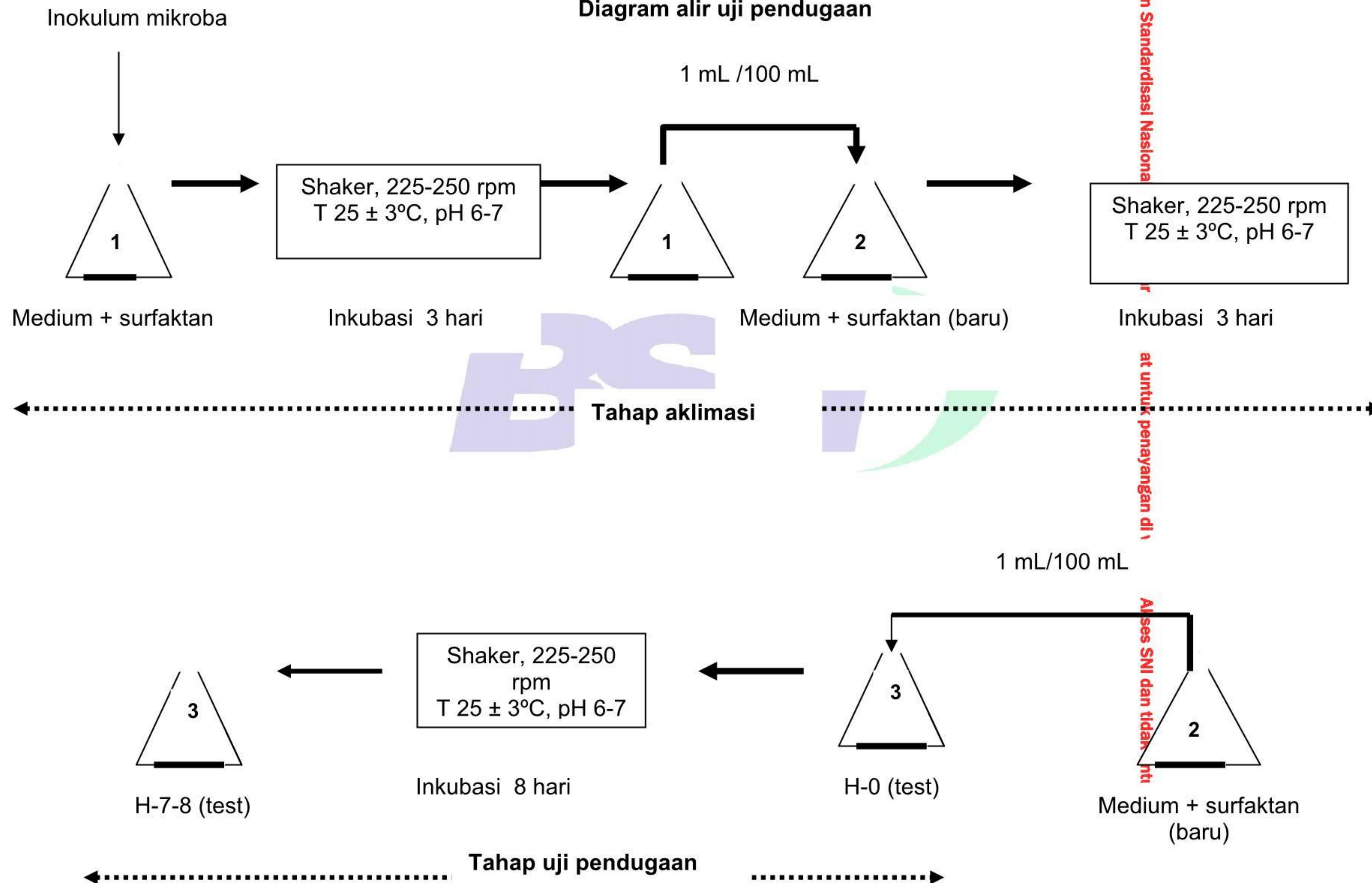
Tabel B.1 Tingkat biodegradasi larutan standar EPA LAS
(uji pendugaan metode pengocokan)

Sampel	Konsentrasi pengukuran awal mg/L	Biodegradasi Hari ke-7 %	Biodegradasi Hari ke-8 %	Biodegradasi rata-rata (% MBAS)
Larutan Standar LAS EPA	25.46	97.3	96.3	96.8
<i>Sumber: ASTM D 2667-95 Standard Test Method for Biodegradability of Alkylbenzene Sulfonate.</i>				

Tabel B.2 Tingkat biodegradasi larutan standar EPA LAS
(uji penegasan semi kontinyu lumpur aktif)

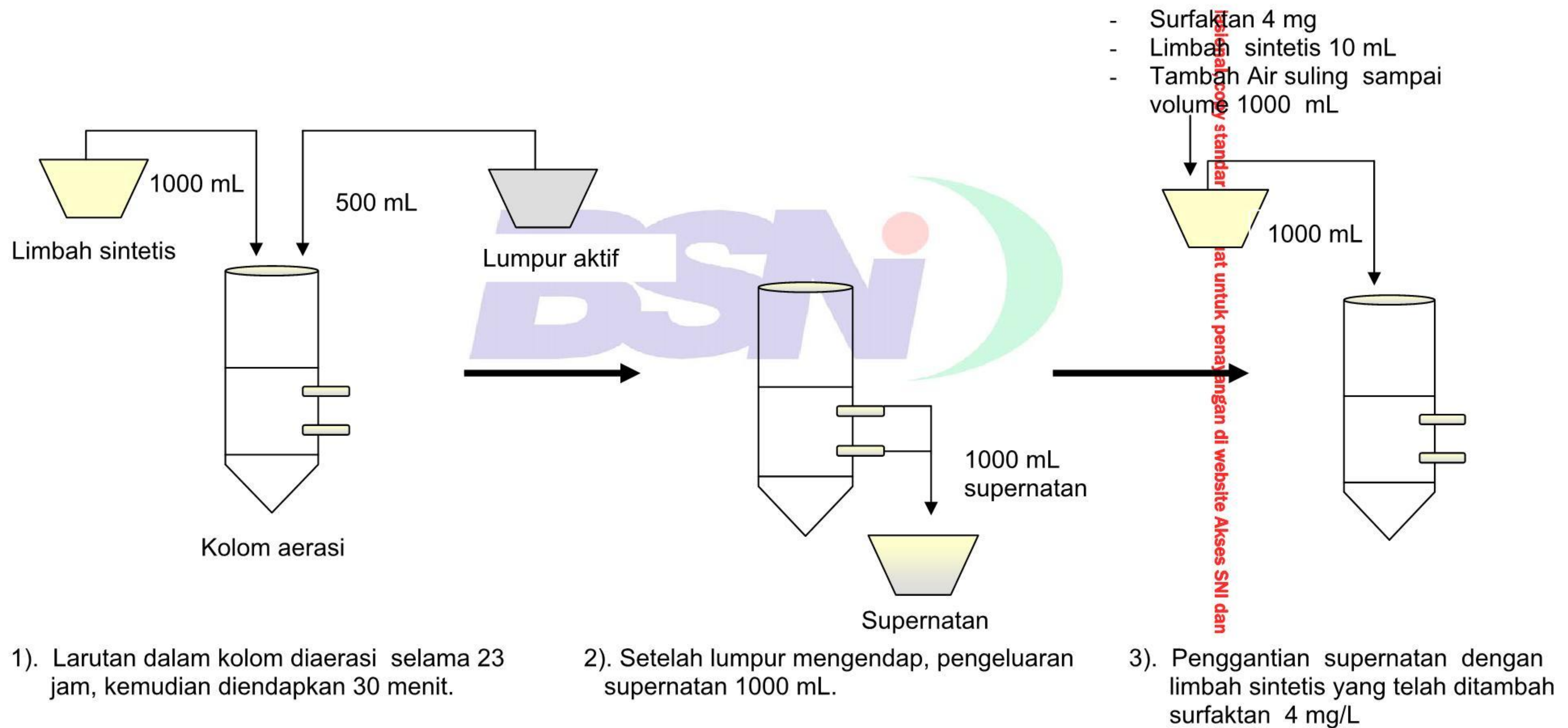
Sampel	Biodegradasi rata-rata (% MBAS)
Larutan Standar LAS EPA	99.6
<i>Sumber: ASTM D 2667-95, Standard Test Method for Biodegradability of Alkylbenzene Sulfonate.</i>	

Lampiran C
(informatif)
Diagram alir uji pendugaan



Lampiran D
(informatif)
Diagram alir uji penegasan

Diagram alir perioda aklimasi dan biodegradasi pada uji penegasan



CATATAN Pekerjaan 2 dan 3 dilakukan setiap hari selama 4 hari, dengan penambahan surfaktan meningkat 8, 12, 12, 16, 20 mg/L dan dilanjutkan dengan perioda biodegradasi sampai hari ke 15, dengan penambahan surfaktan konstan 20 mg/L

Bibliografi

OECD *Guidelines For Testing of Chemicals* (1992), 301A DOC die-away.

OECD *Guidelines for testing of chemicals* (1992), C.4 *Determination of Ready Biodegradability*.

Schleheck, D. 2003. *Biodegradation of Synthetic Surfactants : Linier Alkylbenzenesulfonates (LAS) and related compounds*. Department of Biological Sciences. University of Konstanz. Germany. Dissertation.

Madsen, T. *et al.* 2001. *Environmental and Health Assessment of Substances in Household Detergents and Cosmetic Detergent Products*. Miljøstyrelsen. CETOX.







BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3,4,7,10
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id